



Zimsko kolo 2019./2020.

FIZIKA

1. Grijačem, čija je korisnost 60 %, možemo tijekom sat vremena ugrijati 40 litara vode od 15 °C do 333 K. Kolika je snaga tog grijača? Specifični toplinski kapacitet vode je 4200 J/(kgK)

A. 4667 W	B. 24733 W	C. 1260 W	D. 3500 W	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
---------------------	----------------------	---------------------	---------------------	--

Rješenje:

$$V = 40 \text{ L} \Rightarrow m = 40 \text{ kg} \quad (\rho_{\text{vode}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ pa } 1 \text{ L odgovara masi } 1 \text{ kg})$$

$$t_1 = 15 \text{ °C} \Rightarrow T_1 = 288 \text{ K}$$

$$T_2 = 333 \text{ K}$$

$$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$c = 4200 \text{ J}/(\text{kgK})$$

$$P = ?$$

Za snagu vrijedi $P = \frac{W}{t}$, gdje je W rad, a t vrijeme za koje se taj rad obavi.

Ovdje je rad jednak toplini koju primi voda: $W = Q = mc\Delta T$.

Korisnost je 60 %, što znači da se 60 % snage grijača koristi za zagrijavanje vode pa možemo pisati:

$$0.6P = \frac{mc\Delta T}{t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta T}{0.6t} = \frac{40 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J}/(\text{kgK}) \cdot (333 \text{ K} - 288 \text{ K})}{0.6 \cdot 3600 \text{ s}} = 3500 \text{ W}$$

Točan odgovor je **D**.

2. Površina je šiljastog vrha čavla 0.2 mm^2 , a površina drugog kraja čavla 0.64 cm^2 . Kolikom tlakom moramo djelovati na taj deblji kraj čavla da bi šiljasti vrh pritiskao na dasku 100 puta većim tlakom od atmosferskog? Atmosferski tlak iznosi 100000 Pa .

A. 3125000 Pa	B. 31250 Pa	C. 32000 Pa	D. 32000000 Pa	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	--

Rješenje:

$$S_1 = 0.2 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = 0.64 \text{ cm}^2 = 64 \text{ mm}^2$$

$$p_a = 100000 \text{ Pa}$$

$$p_1 = 100p_a = 100 \cdot 100000 \text{ Pa} = 10000000 \text{ Pa}$$

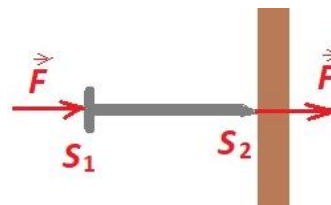
$$p_2 = ?$$

Čavao je krut pa će sila kojom šiljasti dio čavla pritišće na dasku biti jednaka sili kojom djelujemo na širi kraj čavla.

Tlak se definira kao omjer sile i površine na koju sila okomito djeluje: $p = \frac{F}{S}$ pa je sila $F = pS$.

Zbog jednakosti sile na jednom i na drugom kraju, možemo pisati:

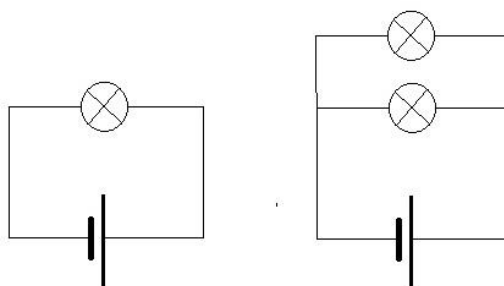
$$p_1 S_1 = p_2 S_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 S_1}{S_2} = \frac{10000000 \text{ Pa} \cdot 0.2 \text{ mm}^2}{64 \text{ mm}^2} = 31250 \text{ Pa. Točan odgovor je B.}$$



3. Na bateriju je spojena žaruljica. Tim strujnim krugom teče električna struja jakosti I . Ako sada spojimo u taj strujni krug još jednu žaruljicu paralelno s prvom žaruljicom, što će biti s jakošću električne struje koja teče kroz bateriju?

A. Ostat će ista.	B. Past će na vrijednost 0.	C. Smanjit će se.	D. Povećat će se.	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
--------------------------	------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--

Rješenje:



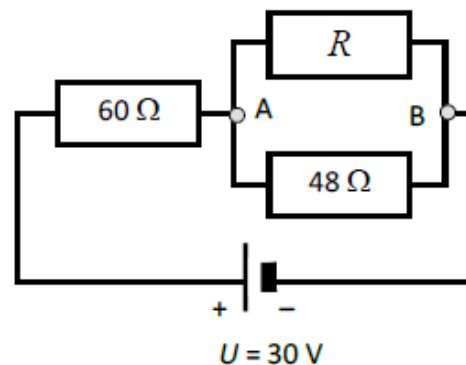
Pretpostavimo da jedna žaruljica ima otpor R . Kada u strujni krug spojimo još jednu žaruljicu paralelno s prvom, imat ćemo dvije žaruljice čiji će ukupni otpor biti R' , on se izračuna ovako (paralelni spoj):

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R' = \frac{R}{2}$$

Vidimo da dvije žaruljice spojene paralelno imaju upola manji otpor nego jedna žaruljica. Zaključujemo da će se paralelnim spajanjem još jedne žaruljice otpor u strujnom krugu smanjiti, a to znači da će se jakost električne struje kroz bateriju povećati jer je jakost električne struje obrnuto proporcionalna s električnim otporom (Ohmov zakon:

$$I = \frac{U}{R}). \text{ Točan odgovor je D.}$$

4. Slika prikazuje otpornike spojene na izvor napona od 30 V. Napon između točaka A i B iznosi 5 V. Kolika struja teče nepoznatim otpornikom R ?



<p>A.</p> <p>0.3125 A</p>	<p>B.</p> <p>0.4167 A</p>	<p>C.</p> <p>0.1042 A</p>	<p>D.</p> <p>0.5209 A</p>	<p>E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.</p>
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	---

Rješenje:

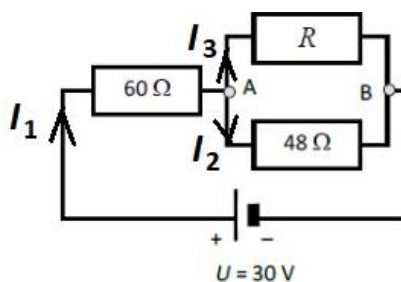
$$R_1 = 60 \Omega$$

$$R_2 = 48 \Omega$$

$$U_{AB} = 5 \text{ V}$$

$$U = 30 \text{ V}$$

$$I_3 = ?$$



Otpornik R_1 i ekvivalentni otpor između točaka A i B spojeni su serijski pa je zbroj napona na njima jednak naponu na izvoru:

$$U_1 + U_{AB} = U$$

Iz ove jednakosti dobijemo da je napon na otporniku R_1 jednak $U_1 = U - U_{AB} = 30 \text{ V} - 5 \text{ V} = 25 \text{ V}$.

Sada pomoću Ohmovog zakona izračunamo struju kroz otpornik R_1 : $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{25 \text{ V}}{60 \Omega} = 0.4167 \text{ A}$.

Napon između krajeva otpornika $R_2 = 48 \Omega$ iznosi 5 V pa pomoću Ohmovog zakona izračunamo električnu struju I_2 koja prolazi kroz taj otpornik:

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{5 \text{ V}}{48 \Omega} = 0.1042 \text{ A}$$

U točki A struja I_1 se grana na dvije struje I_2 i I_3 te za njih vrijedi: $I_1 = I_2 + I_3$.

Iz toga proizlazi: $I_3 = I_1 - I_2 = 0.417 \text{ A} - 0.104 \text{ A} = 0.3125 \text{ A}$.

Točan odgovor je **A**.

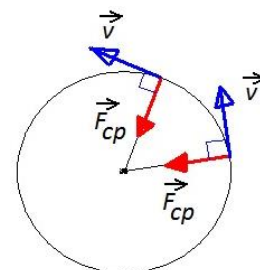
5. Automobil mase 1200 kg giba se stalnom brzinom 54 km/h po kružnom toku radijusa 20 m. Koliki rad izvrši centripetalna sila dok automobil prijeđe jedan potpuni krug?

A. 16956000 J	B. 1695600 J	C. 540000 J	D. 0 J	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
-------------------------	------------------------	-----------------------	------------------	--

Rješenje:

Vektor brzine prilikom jednoliko kružnog gibanja u svakoj točki kružne putanje ima smjer tangente na kružnicu, a vektor centripetalne sile u svakoj točki kružne putanje usmjeren je prema središtu kružnice. To znači da je centripetalna sila u svakoj točki putanje **okomita** na brzinu. Zbog toga je rad centripetalne sile jednak 0 J.

Točan odgovor je **D.**



6. Na kolikoj bi visini h iznad površine Zemlje trebao kružiti satelit oko Zemlje da bi mu brzina bila dva puta manja nego što je prva svemirska brzina za Zemlju? ($R_Z = 6400$ km)



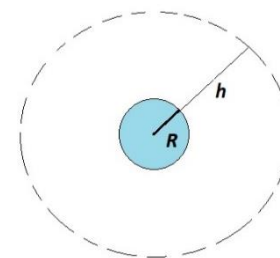
A. 25600 km	B. 19200 km	C. 12800 km	D. 6400 km	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
-----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	--

Rješenje:

Prilikom kruženja satelita oko Zemlje ulogu centripetalne sile F_{cp} igra gravitacijska sila F_g kojom se privlače satelit i Zemlja. Brzinu v gibanja satelita možemo izraziti izjednačimo li centripetalnu i gravitacijsku silu:

$$F_{cp} = F_g$$

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{m \cdot M}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$



U ovim jednadžbama m je masa satelita, M je masa Zemlje, r je radijus kružne putanje satelita i G je gravitacijska konstanta.

Prema dobivenoj jednadžbi zaključujemo da je brzina kruženja satelita obrnuto proporcionalna s \sqrt{r} .

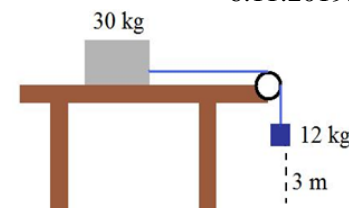
Prva svemirska brzina v_1 je brzina kojom bi satelit kružio u blizini površine Zemlje pa je za prvu svemirsku brzinu radijus putanje $r_1 = R_Z$. Ako satelit kruži na visini h iznad površine Zemlje radijus njegove putanje će biti $r_2 = R_Z + h$.

Na temelju uvjeta zadatka da je brzina kruženja v_2 na visini h dva puta manja od brzine v_1 i na temelju činjenice da je brzina kruženja obrnuto proporcionalna s \sqrt{r} , zaključujemo da mora biti $r_2 = 4r_1$. Iz ovoga proizlazi:

$$R_Z + h = 4R_Z \Rightarrow h = 3R_Z = 3 \cdot 6400 \text{ km} = 19200 \text{ km}.$$

Točan odgovor je **B.**

7. Tijela masa 30 kg i 12 kg povezana su pomoću niti preko koloture kao što pokazuje slika. Trenje zanemarujemo. Kolika je pri tom gibanju napetost niti?



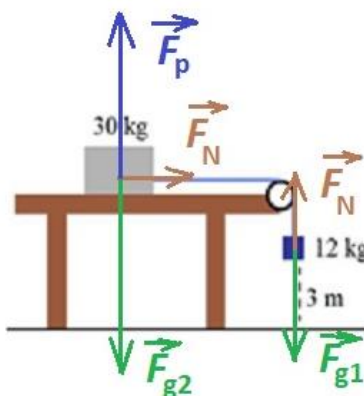
<p>A.</p> <p>176.58 N</p>	<p>B.</p> <p>117.72 N</p>	<p>C.</p> <p>84.09 N</p>	<p>D.</p> <p>50.45 N</p>	<p>E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.</p>
----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---

Rješenje:

$m_1 = 12 \text{ kg}$

$m_2 = 30 \text{ kg}$

$F_N = ?$



Na sustav djeluju sile kao što je prikazano na slici: F_{g1} i F_{g2} su sile teže kojima Zemlja privlači tijela masa m_1 i m_2 , F_N je sila napetosti niti i F_p je sila podloge.

Prvo ćemo odrediti akceleraciju a cijelog sustava koji se sastoji od tijela masa m_1 i m_2 povezanih pomoću niti. Prema 2. Newtonovom zakonu za taj sustav vrijedi:

$$F_R = (m_1 + m_2)a$$

F_R je rezultatna sila. Iz crteža vidimo da je $F_R = F_{g1} = m_1g$, gdje je $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ gravitacijsko ubrzanje. Sada dobivamo:

$$m_1g = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{m_1g}{m_1 + m_2} = \frac{12 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ ms}^{-2}}{12 \text{ kg} + 30 \text{ kg}} = 2.803 \text{ ms}^{-2}$$

Da bi odredili iznos sile napetosti F_N primijenit ćemo 2. Newtonov zakon za gibanje mase m_1 :

$$F_{R1} = m_1a$$

F_{R1} je rezultatna sila koja djeluje na tijelo mase m_1 pa vrijedi $F_{R1} = m_1g - F_N$. Iz toga proizlazi:

$$m_1g - F_N = m_1a \Rightarrow F_N = m_1(g - a) = 12 \text{ kg} \cdot (9.81 \text{ ms}^{-2} - 2.803 \text{ ms}^{-2}) = 84.09 \text{ N}$$

Točan odgovor je C.

8. Dva naboja, jedan iznosa 1 nC, a drugi -1 nC nalaze se u vrhovima šiljastih kutova pravokutnog trokuta čije su katete 3 cm i 4 cm. Izračunajte jakost električnog polja u vrhu pravog kuta.

A.	B.	C.	D.	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
8268.9 N/C	4375.2 N/C	15625.3 N/C	11473.5 N/C	

Rješenje:

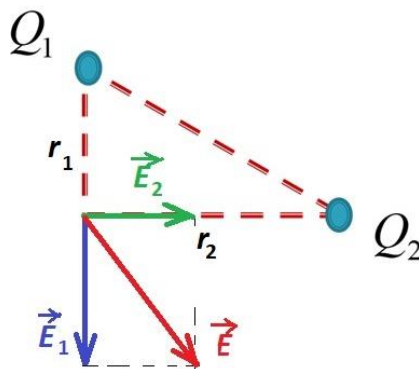
$$Q_1 = 1 \text{ nC}$$

$$Q_2 = -1 \text{ nC}$$

$$r_1 = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$$

$$r_2 = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

$$E = ?$$



Električno polje je vektorska veličina pa moramo ukupno polje \vec{E} u vrhu pravog kuta odrediti vektorskim zbrajanjem polja \vec{E}_1 i \vec{E}_2 koja u tim točkama stvaraju naboji Q_1 i Q_2 .

Poznato je da se iznos električnog polja E na udaljenosti r od točkastog naboja Q računa prema jednadžbi:

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

gdje je $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$ Coulombova konstanta.

Iznos polja koje stvara naboj Q_1 je:

$$E_1 = k \frac{Q_1}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \cdot \frac{10^{-9} \text{ C}}{(0.03 \text{ m})^2} = 10000 \text{ NC}^{-1}$$

Iznos polja koje stvara naboj Q_2 je:

$$E_2 = k \frac{Q_2}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \cdot \frac{10^{-9} \text{ C}}{(0.04 \text{ m})^2} = 5625 \text{ NC}^{-1}$$

Na crtežu vidimo da je vektor ukupnog polja \vec{E} hipotenuza pravokutnog trokuta kojemu su vektori \vec{E}_1 i \vec{E}_2 katete pa je iznos ukupnog električnog polja:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(10000 \text{ NC}^{-1})^2 + (5625 \text{ NC}^{-1})^2} = 11473.5 \text{ NC}^{-1}$$

Točan odgovor je **D**.

9. Deset cvrčaka proizvodi zvuk razine intenziteta 40 dB. Koliko bi dB iznosila razina intenziteta kad bi 4 cvrčka prestala pjevati?

A. 39.48 dB	B. 37.78 dB	C. 33.98 dB	D. 24 dB	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
-----------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------	--

Rješenje:

$$L_1 = 40 \text{ dB}$$

$$L_2 = ?$$

Ako pretpostavimo da jedan cvrčak proizvodi zvuk intenziteta I onda možemo napisati da je razina intenziteta u slučaju kada pjeva 10 cvrčaka:

$$L_1 = 10 \log \frac{10I}{I_0}$$

Iz ove jednadžbe proizlazi (primjenom pravila za računanje s logaritima):

$$L_1 = 10 \log 10 + 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10 \log \frac{I}{I_0} = L_1 - 10 \log 10 = 30 \text{ dB}$$

Ako 4 cvrčka prestanu pjevati, onda će razina intenziteta za preostalih 6 cvrčaka biti:

$$L_2 = 10 \log \frac{6I}{I_0} = 10 \log 6 + 10 \log \frac{I}{I_0} = 7.78 \text{ dB} + 30 \text{ dB} = 37.78 \text{ dB}$$

Točan odgovor je B.

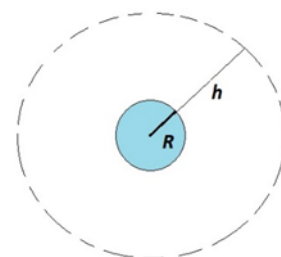
10. Na kolikoj će visini h iznad površine zemlje period titranja T matematičkog njihala biti dvostruko veći od perioda tog istog njihala na površini Zemlje? Radijus Zemlje iznosi približno 6400 km.

A. 3200 km	B. 6400 km	C. 12800 km	D. 19200 km	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	--

Rješenje:

Period T matematičkog njihala duljine l se na nekom mjestu, gdje je gravitacijsko ubrzanje g , određuje prema jednadžbi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$



Gravitacijsko ubrzanje na udaljenosti r od središta Zemlje je $g = \frac{GM}{r^2}$, gdje je G gravitacijska konstanta i M masa Zemlje. Uvrštavanjem u formulu za period dobije se:

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{l}{GM}}$$

Vidimo da je period T proporcionalan s udaljenošću od središta Zemlje r . Na površini Zemlje udaljenost od središta je $r_1 = R_Z$, a na visini h udaljenost od središta je $r_2 = R_Z + h$.

Na temelju uvjeta zadatka da je period titranja na visini h dva puta veći od perioda na površini Zemlje i na temelju činjenice da je period titranja proporcionalna s r , zaključujemo da mora biti $r_2 = 2r_1$. Iz ovoga proizlazi:

$$R_Z + h = 2R_Z \Rightarrow h = R_Z = 6400 \text{ km.}$$

Točan odgovor je B.

11. Stojimo pored ceste dok cestom prolaze kola hitne pomoći stalnom brzinom. Cijelo vrijeme vožnje kola hitne pomoći imaju uključenu sirenu. Dok nam se kola približavaju čujemo zvuk sirene frekvencije 531.25 Hz, a kad kola prođu pored nas i udaljavaju se čujemo zvuk sirene 472.22 Hz. Kolika je brzina kola hitne pomoći? Brzina zvuka iznosi 340 m/s.

A. 72 km/h	B. 90 km/h	C. 108 km/h	D. 126 km/h	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	--

Rješenje:

$$f_1 = 531.25 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 472.22 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$v_k = ?$$

U slučaju kada se izvor valova giba, primatelj valova prima drugačiju frekvenciju od frekvencije koju emitira izvor. Ta pojava zove se Dopplerov efekt.

Zbog Dopplerovog efekta čujemo veću frekvenciju f_1 sirene kola hitne pomoći kad nam se kola približavaju, a kad se kad se udaljavaju onda čujemo nižu frekvenciju f_2 .

Prema jednadžbi Dopplerovog efekta, u slučaju približavanja vrijedi:

$$f_1 = f_0 \frac{v}{v - v_k}$$

a u slučaju udaljavanja je

$$f_2 = f_0 \frac{v}{v + v_k}$$

gdje je f_0 frekvencija izvora zvuka (u ovom slučaju sirene kola), v je brzina zvuka i v_k je brzina gibanja kola.

Da bi odredili v_k podijelimo gornje jednadžbe jednu s drugom:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{f_0 \frac{v}{v - v_k}}{f_0 \frac{v}{v + v_k}} \Rightarrow v_k = \frac{(f_1 - f_2)v}{f_1 + f_2} = \frac{(531.25 \text{ Hz} - 472.22 \text{ Hz}) \cdot 340 \text{ m/s}}{531.25 \text{ Hz} + 472.22 \text{ Hz}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

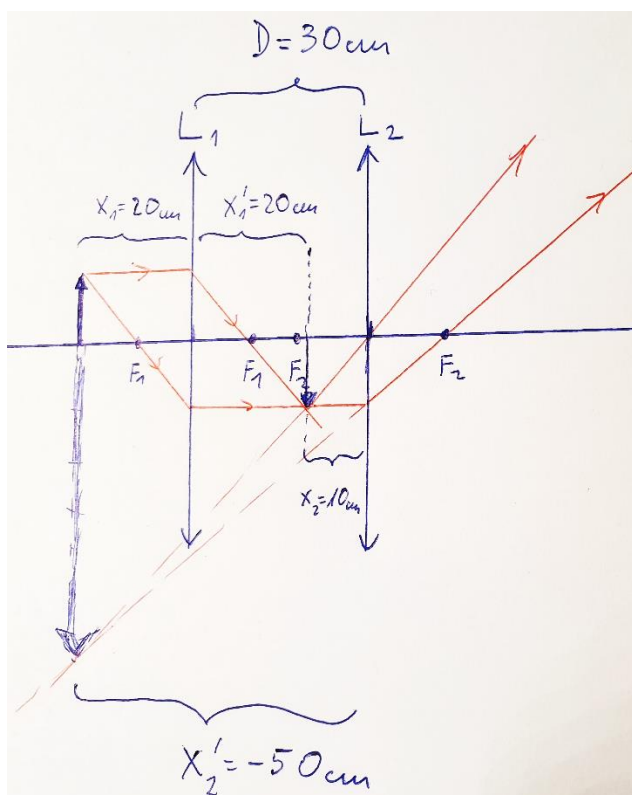
Točan odgovor je A.

12. Predmet se nalazi na udaljenosti 20 cm lijevo od leće žarišne daljine 10 cm. Druga leća žarišne daljine 12.5 cm nalazi se 30 cm desno od prve leće. Odredite linearno povećanje konačne slike predmeta koju daje taj sustav leća.

A. -6	B. 6	C. -5	D. 5	E. Ne želimo odgovoriti na pitanje.
----------	---------	----------	---------	-------------------------------------

Rješenje:

- $f_1 = 10 \text{ cm}$
- $f_2 = 12.5 \text{ cm}$
- $D = 30 \text{ cm}$
- $x_1 = 20 \text{ cm}$
- $m = ?$



Budući da su žarišne daljine obje leće pozitivne zaključujemo da su obje leće konvergentne.

Položaj x_1' slike koju daje prva leća odredimo pomoću jednadžbe leće:

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_1'} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow x_1' = \frac{x_1 f_1}{x_1 - f_1} = \frac{20 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}}{20 \text{ cm} - 10 \text{ cm}} = 20 \text{ cm}$$

Ta slika koju stvara prva leća (L_1 na crtežu) je predmet za drugu leću (L_2 na crtežu).

Zato je udaljenost tog predmeta od druge leće: $x_2 = D - x_1' = 30 \text{ cm} - 20 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$.

Sada položaj konačne slike dobijemo iz jednadžbe za drugu leću:

$$\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_2'} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow x_2' = \frac{x_2 f_2}{x_2 - f_2} = \frac{10 \text{ cm} \cdot 12.5 \text{ cm}}{10 \text{ cm} - 12.5 \text{ cm}} = -50 \text{ cm}$$

Linearno povećanje leće je $m = -\frac{x_2'}{x_2}$. U ovom slučaju imamo dvije leće pa je konačno povećanje:

$$m = m_1 \cdot m_2 = \left(-\frac{x_1'}{x_1}\right) \cdot \left(-\frac{x_2'}{x_2}\right) = \left(-\frac{20 \text{ cm}}{20 \text{ cm}}\right) \cdot \left(-\frac{-50}{10}\right) = -5$$

Točno rješenje je C.